

다목적 무인 회전익기 4행정 가솔린 엔진의 배기 소음 저감을 위한

머플러 최적화

오 세 현¹⁾ · 강 현 웅²⁾ · 박 정 수^{*3)}

조선대학교 기계공학과 대학원¹⁾, 조선대학교 기계공학과²⁾ 조선대학교 기계공학과^{*3)}

Muffler optimization for exhaust noise reduction of 4stroke gasoline engine of multi-purpose unmanned rotorcraft

Sehyun Oh¹⁾ · Hyunwoong Kang²⁾ · Jungsoo Park^{*3)}

Graduate School of Mechanical Engineering, Chosun University¹⁾

Undergraduate School of Mechanical Engineering, Chosun University²⁾

Department of Mechanical Engineering, Chosun University^{*3)}

Key words : 1D simulation(1차원 시뮬레이션), Muffler(머플러), Tandem rotors helicopter(탠덤형 헬리콥터), Transmission loss(변환 손실), Internal combustion engine(내연기관), Unmanned aerial vehicle(무인 항공기)

* Corresponding Author, E-mail: j.park@chosun.ac.kr

대부분의 회전익기에는 제트 엔진이 적용되어 있어 머플러(Muffler)와 같은 소음 저감을 위한 부가적인 부품이 필요가 없었으며, 회전익기에서 주된 소음원은 로터(Rotor)가 회전하면서 발생시키는 소음 비중이 가장 컸다. 또한, 제트 엔진이 채택된 회전익기는 제트 엔진 특성상 후처리 장치를 부가적으로 장착하기에 난해하여 엔진 소음 저감이 어려웠다. 하지만 UAM(Urban air mobility), UAV(Unmanned aerial vehicle)이 시장이 급부상함에 따라 제트 엔진 대비 운용이 용이하고 유지보수가 간편한 가솔린 4행정 엔진을 채택하는 회전익기가 늘고 있다. 가솔린 4행정 엔진이 채택된 회전익기는 자동차에서 사용되는 머플러로 엔진 배기 소음을 자동차와 유사한 수준으로 줄일 수 있다. 도심에서 운행 가능해야 하는 회전익기의 경우 소음 공해를 줄이기 위해 회전익기에서 발생하는 소음을 저감하는 것은 필수불가결하다.

본 연구에서는 가솔린 4행정 엔진이 적용된 무인 탠덤형 회전익기의 엔진 배기 소음 저감을 위해 1D 수치해석을 통해 머플러의 소음 저감 성능을 최적화하고자 한다. 가솔린 4행정 엔진이 적용된 회전익기는 운전 RPM이 고정되어 있고, 로터의 회전 속도를 변경할 수 있는 변속기를 통해 변경하기 때문에 엔진은 일정 RPM에서 운전하게 된다. 따라서 해당 RPM에 따른 firing rate의 k-th harmonic frequency에 해당하는 소음이 주된 소음원이 된다. 자동차의 광범위한 운전 환경과는 달리 고정 운전점에서 부하만 달라지기 때문에 고정 RPM에 최적화된 머플러가 필요하다.

기본적인 머플러 내부의 구조는 자동차에 적용된 머플러 내부 구조를 벤치마킹하여 머플러 내부 구조 콘셉트를 선정했다. 항공기는 내부 구조와 무게가 제한적이기에 머플러 체적 크기가 제한되어 있다. 따라서 제한된 체적내에서 firing rate에 따른 소음 저감 성능을 최대화하기 위해 투과 손실(Transmission loss) 계산식에 따른 머플러 설계 변수를 계산하여 다수의 설계안을 제시하였다. GT-Suite 1D simulation 수치해석 툴을 이용하여 해석을 진행하였으며, 수치해석을 통해 대상 운전 조건에서 발생하는 firing rate frequency의 데시벨을 각 configuration별 저감하는 성능을 확인하였으며, 머플러 내 챔버(chamber)의 크기 및 개수에 따라 소음 저감 성능이 각기 다를 수 있음을 확인하였다. 이를 통해 소음 저감 성능을 최대화하고 머플러 중량을 줄임으로 페이로드(payload)를 줄임에 도모하였다.

본 연구는 민군협력진흥원 지원의 "다목적 탠덤형(Tandem) 중형급(탑재중량 100kg급) 무인 회전익기 플랫폼 기술개발" 사업 수행 결과물임. (과제번호: 21CM0010)